

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-145793

(43)Date of publication of application : 28.05.1999

(51)Int.Cl.

H03K 3/57

H02M 9/04

(21)Application number : 09-305119

(71)Applicant : MEIDENSHA CORP

(22)Date of filing : 07.11.1997

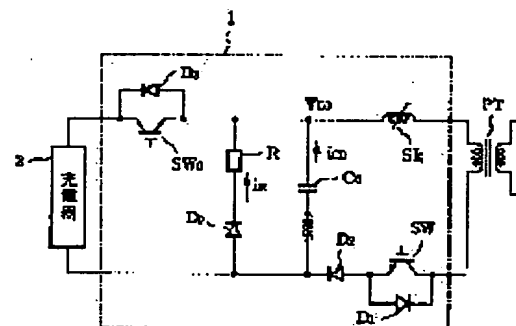
(72)Inventor : KOGANEZAWA TAKEHISA

(54) PULSATING POWER SOURCE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a pulsating power source which is capable of surely processing kickback energy, while relatively simplifying the constitution of a pulse generation circuit as well as the control of a semiconductor switch.

SOLUTION: An initial stage capacitor C0 is initially charged from a charger 2 through a semiconductor switch SW0, then a pulse current is supplied from the capacitor to a magnetic pulse compression circuit by a semiconductor switch SW and is supplied to a load, whereas a kickback current returning from the load to the capacitor is made to flow to a resistor R through a diode D, so that the kickback energy is consumed as heat loss. Also, a reactor is provided in series with the diode and the resistor and the constitution of generating the vibration current of a half cycle with the capacitor, when the capacitor is charged to an opposite polarity by the kickback current and of consuming the kickback energy in the resistor is provided as well.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the pulse power source which charges a capacitor the first stage, carries out magnetic-pulse compression of the pulse current by discharge of this capacitor, and is supplied to a load the first rank -- The 1st solid state switch by which ON control is carried out when supplying the initial charging current to said capacitor from a battery charger, The 2nd solid state switch by which ON control is carried out when supplying the discharge current from said capacitor to a load side, It has the resistance by which parallel connection is carried out to said capacitor, and the series circuit of diode. The initial charging current of said capacitor by which said diode let said 1st solid state switch pass is carried out in the direction which prevents flowing to said resistance. Said resistance is a pulse power source characterized by making kickback energy which returns from a load side to said capacitor side through said 2nd solid state switch the configuration consumed as heat loss.

[Claim 2] It is the pulse power source according to claim 1 to which a reactor is formed in the series circuit of said diode and resistance, and this reactor is characterized by making kickback energy the configuration made to consume as heat loss by said resistance by generating the oscillating current of a half period between these capacitors when said capacitor is charged by reversed polarity with the kickback current from said load side.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the processing circuit of the kickback energy when starting the pulse power source which generates a narrow-width high current pulse combining the pulse generating circuit and magnetic-pulse compression circuit which used the solid state switch for power, especially supplying pulse current to a load.

[0002]

[Description of the Prior Art] The example of a configuration of a pulse power source is shown in drawing 5. a pulse generating circuit 1 -- the first rank for power -- the capacitor C0 is charged with the battery charger 2 the first stage, and pulse current is supplied to the input stage pulse transformer PT of a pressure up and the magnetic-pulse compression circuit 3 from a capacitor C0 by ON control of a solid state switch SW.

[0003] A pressure up and the magnetic-pulse compression circuit 3 carry out high-pressure charge of the capacitor C1 by the pulse current I0 which carried out the pressure up with the pulse transformer PT. When saturable-reactor SI1 carries out magnetic switching on the charge electrical potential difference of this capacitor C1, generate the narrow-width pulse current I1 from a capacitor C1 to a capacitor C2, and high-pressure charge of the capacitor C2 is carried out. When saturable-reactor SI2 furthermore carries out magnetic switching on the charge electrical potential difference of a capacitor C2, the pulse current of narrow-width and the high voltage is supplied to the loads 4, such as excimer laser, from a capacitor C2.

[0004] In the pulse power source of such a configuration, a part of energy returns to a pulse power source, without a load 4 consuming all the given pulse power. If it is left as it is, this returning energy (it is called kickback energy) produces residual charge to the capacitor in a circuit, and pulse current precision will be reduced or it will worsen the magnetic properties of a saturable reactor.

[0005] Then, kickback energy is revived to the capacitor C0 of the first rank, and the regeneration form used for the following charge cycle as a part of charge energy is put in practical use. this regeneration form pulse power source -- the direction of a kickback current -- the first rank -- since it becomes the reverse sense from a capacitor with the charge direction required to generate the first pulse, the circuit which reverses a kickback electrical potential difference is added.

[0006] the conventional first rank which drawing 6 gave the regeneration function -- a pulse generating circuit is shown. Saturable-reactor SI0 is formed at the solid state switch SW in (a) - (c) of this drawing using IGBT in the magnetic assistance for reducing the turn on power losses of the switch for discharge of a capacitor C0. Moreover, diode D1 is an object for the reverse voltage protections of a solid state switch SW.

[0007] At (a) of this drawing, after carrying out discharge of a capacitor C0 by ON of a solid state switch SW, a capacitor C0 is charged through a solid state switch SW at reversed polarity with the kickback current from a pulse transformer PT. By this charge, a reactor L0 is made to generate the oscillating current through diode D0 from a capacitor C0, and the regeneration of kickback energy is obtained by carrying out reversal charge of the capacitor C0 at the polarity at the time of initial charge.

[0008] In (b) of this drawing, diode D2 is added to the circuit of (a), and it prevents that the electrical potential difference of the capacitor C0 charged by reversed polarity leaks to a pulse transformer PT side.

[0009] In (c) of this drawing, the oscillating current is generated through diode D1 and a saturable reactor L1 from the capacitor C0 charged by reversed polarity with a kickback current.

[0010] In addition, various circuits for magnetic-pulse compression, such as replacing the magnetic-pulse

compression circuit 3 with an input stage pulse transformer, and using it as a good saturation transformer, are proposed.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional pulse power source, since the kickback energy from a pressure up and the magnetic-pulse compression circuit 3 changes with the conditions of a load, change of the time amount from which a kickback electrical potential difference returns to the capacitor C0 of the first rank is caused, the timing control of a solid state switch SW becomes complicated, and a control circuit also becomes complicated.

[0012] The electrical potential difference of a capacitor C0 and the relation of the current which flows a solid state switch SW are shown in drawing 7. In this drawing, when ON control of the solid state switch SW is carried out at time of day t1, discharge of a capacitor C0 is started by the time lag of T1 decided by magnitude of the electrical-potential-difference time amount product of the magnetic substance of saturable-reactor S10, and the electrical potential difference of a capacitor C0. Time amount T3 to the time amount T2 to the charge to the reversed polarity of the capacitor C0 by the kickback current from discharge of this capacitor C0 and the reversal charge to the straight polarity of a capacitor C0 changes with the magnitude of the amount of kickbacks.

[0013] As for a solid state switch SW, it is necessary to change of such time amount T1 - T3 for a kickback electrical potential difference to choose timing at its own discretion to reversed period T four, and to carry out turn-off control for the positive regeneration of kickback energy.

[0014] Although there is a feedback control method which detects the current polarity of a capacitor C0 and the direction of a current as this turn-off control system in the circuit of (a) of drawing 6, an excessive voltage-current sensor is needed and there is a possibility of damaging a solid state switch by malfunction.

[0015] Although protection of a solid state switch can be performed by mediation of diode D2, a sensor is still needed in the circuit of (b) of this point and this drawing.

[0016] moreover, the thing for which a sensor is needed in the circuit of (c) of this drawing -- in addition, in order that a kickback reversal current may flow a pulse transformer PT following on a kickback current, there is while [no] a pulse transformer PT is saturated, the outflow of energy occurs in secondary [of PT], and energy regeneration effectiveness is worsened.

[0017] The purpose of this invention is to offer the pulse power source which can process kickback energy certainly, simplifying the configuration of a pulse generating circuit comparatively and also simplifying control of a solid state switch comparatively.

[0018]

[Means for Solving the Problem] In order that this invention may solve said technical problem, it is the thing was made to consume as heat loss by resistance, without reviving the kickback energy from a load side, and make generate the oscillating current between capacitors with a reactor further, and it was made to make consume as heat loss by resistance, and is characterized by the following configurations.

[0019] In the pulse power source which charges a capacitor the first stage, carries out magnetic-pulse compression of the pulse current by discharge of this capacitor, and is supplied to a load the first rank -- The 1st solid state switch by which ON control is carried out when supplying the initial charging current to said capacitor from a battery charger, The 2nd solid state switch by which ON control is carried out when supplying the discharge current from said capacitor to a load side, It has the resistance by which parallel connection is carried out to said capacitor, and the series circuit of diode. The initial charging current of said capacitor by which said diode let said 1st solid state switch pass is carried out in the direction which prevents flowing to said resistance. It is characterized by carrying out said resistance to the configuration which consumes the kickback energy which returns from a load side to said capacitor side through said 2nd solid state switch as heat loss.

[0020] Moreover, a reactor is formed in the series circuit of said diode and resistance, and it is characterized by making it the configuration which this reactor makes consume kickback energy as heat loss by said resistance by generating the oscillating current of a half period between these capacitors when said capacitor is charged by reversed polarity with the kickback current from said load side.

[0021]

[Embodiment of the Invention] (1st operation gestalt) Drawing 1 is the pulse generating circuit Fig. showing the operation gestalt of this invention, and the same sign shows things equivalent to each circuit element of drawing

6 including other operation gestalten explained below.

[0022] The part into which the configuration of drawing 1 differs from (b) of drawing 6 is in the point of having formed Resistance R in diode D0 at the serial, and having formed the solid state switch SW0 in the initial charging current way from a battery charger 2 to a capacitor C0, except for a reactor L0. In addition, the diode D3 which carried out parallel connection to the solid state switch SW0 in the reversed-polarity direction is an object for protection to the reverse voltage of a switch SW0.

[0023] In this operation gestalt, ON control only of the time of the charge to a capacitor C0 from a battery charger 2 is carried out, and a solid state switch SW0 prevents the discharge by the side of a capacitor C0 from a battery charger 2 during discharge of a capacitor C0, and after discharge.

[0024] A capacitor C0 is carried out to the discharge by the current path which let saturable-reactor S10, the primary winding of a pulse transformer PT, and diode D2 pass by ON control of Switch SW, after charging by ON control of a switch SW0 the first stage.

[0025] The kickback current from a pulse transformer PT side tends to flow by the current path through the switch SW of being held at an ON control state, and diode D2, and tends to charge a capacitor C0 at reversed polarity. At this time, it is placed between juxtaposition by the series circuit of diode D0 and Resistance R at a capacitor C0, and a kickback current is consumed as heat loss by Resistance R through diode D0, without charging a capacitor C0 at reversed polarity.

[0026] Each part wave at this time is shown in drawing 2. By ON control of a solid state switch SW0, after a capacitor C0 is charged by the electrical potential difference VC 0, ON control of the solid state switch SW is carried out at time of day t1, only time amount T1 is overdue by the magnetic assistance by saturable-reactor S10, and the discharge from a capacitor C0 to a pulse transformer PT side is made.

[0027] If the constant of a capacitor C0 and Resistance R is set as the criticality constant near it also including the suspension inductance when the kickback current from a load 4 side appears in Switch SW through a pulse transformer PT in this discharge (time of day t2), it will flow as a current iR on which most kickback currents let diode D0 and Resistance R pass, and energy will be consumed as heat loss in an instant. On the other hand, few currents iC0 are occurs of the forward voltage component of diode D0 to a capacitor C0.

[0028] In addition, although slight residual voltage occurs to a capacitor C0, it can be made to consume by Resistance R by mediation of a suspension inductance etc.

[0029] After a kickback current is consumed by Resistance R (time of day t3), it waits for suitable time amount, and turn-off control is carried out and a solid state switch SW prepares for next pulse generating.

[0030] Therefore, according to this operation gestalt, kickback energy is consumed by Resistance R in an instant, without charging a capacitor C0 at reversed polarity. And effect is not received in change of the kickback energy by the condition of a load at all. Furthermore, it is lost that a capacitor C0 is charged with a kickback current by full consumption of the kickback energy by resistance, and make [the solid state switch SW / into an ON state], it does not leak to a load side.

[0031] It becomes without carrying out the turn-off of the solid state switch SW to the mistaken timing, and starting the breakage from this, while turn-off control of a solid state switch SW can be performed at suitable time of day and the control becomes easy. Furthermore, it is lost that a kickback current flows into a pulse transformer PT side, and unstable actuation is not invited to next pulse generating. Moreover, the electrical potential difference and current sensor which were needed conventionally in the circuit become unnecessary.

[0032] Moreover, since it is not placed between charge of the capacitor C0 by the switch SW0 by the conventional reactor L0, a thing high for charge precision can be obtained to it, simplifying a charge circuit.

[0033] (2nd operation gestalt) Drawing 3 shows other operation gestalten of this invention. The part into which this drawing differs from drawing 1 is in the point which inserted Reactor L in the series circuit of diode D0 and Resistance R.

[0034] It is for making kickback energy consume as heat loss by Resistance R because this reactor L once stores a kickback current in a capacitor C0 and generates the oscillating current of a half period between this capacitor C0. In addition, when a kickback current flows Resistance R, the constant of Reactor L is made into the criticality value near it so that the recharge of the capacitor C0 may not be carried out.

[0035] When the wave of each part is shown and a kickback current begins to flow at time of day t2, by mediation of Reactor L, drawing 4 passes a kickback current to a capacitor C0, stores it as that charge energy, generates the oscillating current of a half period between a capacitor C0 and Reactor L at the time of

termination of a kickback current (time of day t3), and makes kickback energy consume by Resistance R by this oscillating current.

[0036] Turn-off control of the solid state switch SW is carried out at the suitable time of day after the time of day t4 which finished this oscillating-current period.

[0037] Therefore, according to this operation gestalt, in addition to the operation effectiveness of the 1st operation gestalt, it inhibits that kickback energy is consumed by Resistance R in an instant, the maximum current which flows to diode D0 by this is suppressed, and the current duty can be mitigated. Moreover, in Resistance R, since consumption of kickback energy is performed by comparatively long time amount compared with the case of drawing 1, the rated power can use a small thing.

[0038] In each operation gestalt to the above, although the case of IGBT is shown as switches SW and SW0, this is permuted by FET for power, GTO, a thyatron, etc., and does the equivalent operation effectiveness so. Moreover, when considering as a switch with the flow stopping-power force of hard flow, the diode D2 and D3 in drawing 1 and drawing 3 can be omitted.

[0039]

[Effect of the Invention] Since it was made to consume as heat loss by resistance, and the oscillating current is further generated between capacitors with a reactor and it was made to make it consume as heat loss by resistance according to this invention the above passage, without reviving the kickback energy from a load side, there is the following effectiveness.

[0040] (1) In order not to revive kickback energy, while circuitry and its control become easy, kickback energy can be processed certainly.

[0041] (2) Since full consumption of the kickback energy is carried out by resistance, it is lost that the residual voltage of a capacitor leaks to a load side.

[0042] (3) Since residual voltage does not occur to not being placed between charging current ways by the reactor L0 for regeneration, and a capacitor, charge precision can be raised, simplifying charge control.

[0043] (4) When forming the reactor made to generate the oscillating current between capacitors, the duty of serial diode can be mitigated to resistance or it.

[Translation done.]

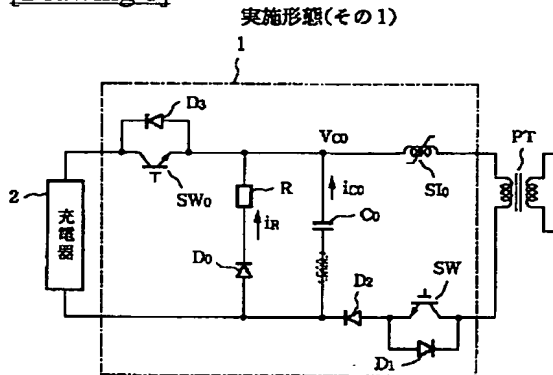
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

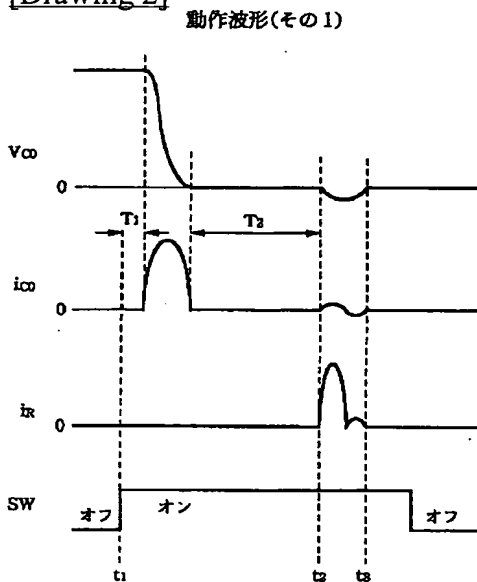
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

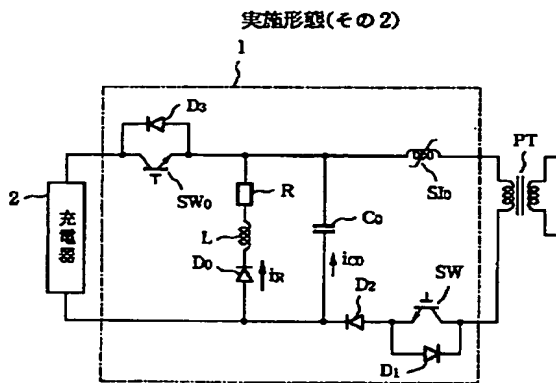
[Drawing 1]



[Drawing 2]

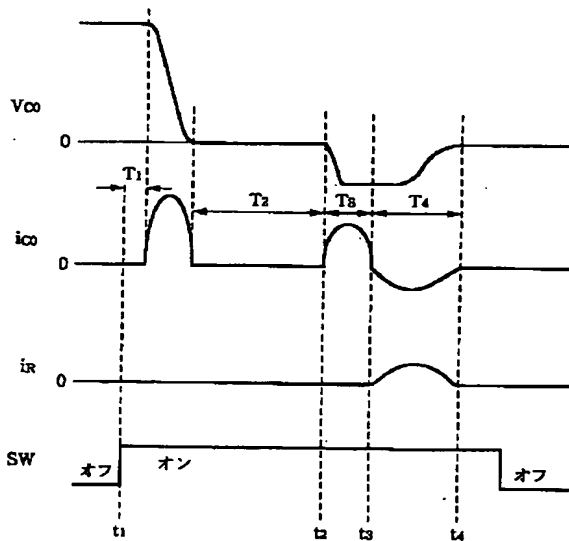


[Drawing 3]



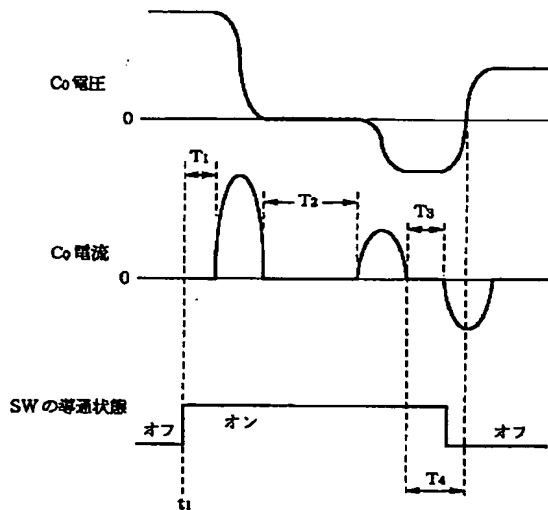
[Drawing 4]

動作波形(その2)



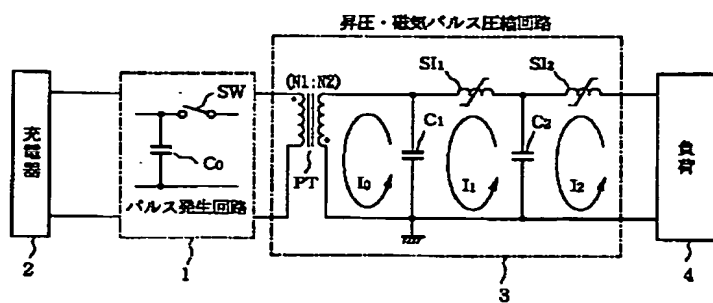
[Drawing 7]

パルス発生・回生動作波形



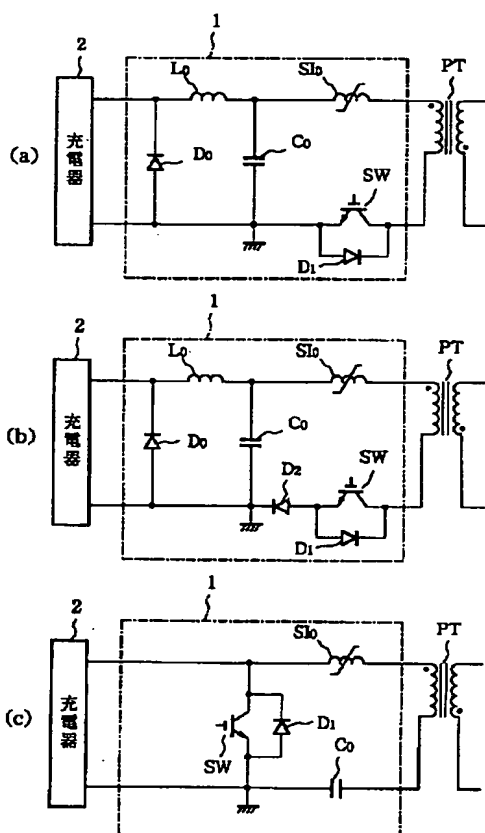
[Drawing 5]

パルス電源の回路例



[Drawing 6]

従来の初段パルス発生回路



[Translation done.]

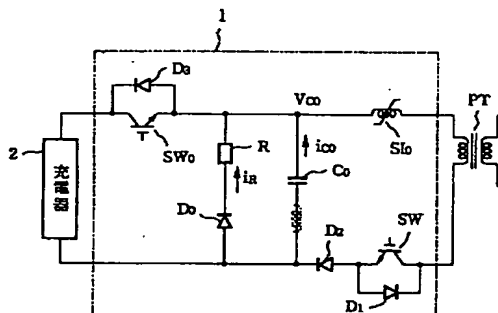
(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)5月28日

z

C

(74) 代理人 弁理士 志賀 富士弥 (外1名)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 初段コンデンサを初期充電し、このコンデンサの放電によるパルス電流を磁気パルス圧縮して負荷に供給するパルス電源において、充電器から前記コンデンサに初期充電電流を供給するときにオン制御される第1の半導体スイッチと、前記コンデンサから負荷側への放電電流を供給するときにオン制御される第2の半導体スイッチと、前記コンデンサに並列接続される抵抗とダイオードの直列回路とを備え、前記ダイオードは前記第1の半導体スイッチを通した前記コンデンサの初期充電電流が前記抵抗に流れるのを阻止する方向にされ、前記抵抗は負荷側から前記第2の半導体スイッチを通して前記コンデンサ側に戻るキックバックエネルギーを熱損失として消費する構成にしたことを特徴とするパルス電源。

【請求項2】 前記ダイオードと抵抗の直列回路にリアクトルを設け、このリアクトルは前記負荷側からのキックバック電流で前記コンデンサが逆極性に充電されたときに該コンデンサとの間に半周期の振動電流を発生することでキックバックエネルギーを前記抵抗で熱損失として消費させる構成にしたことを特徴とする請求項1に記載のパルス電源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電力用半導体スイッチを用いたパルス発生回路と磁気パルス圧縮回路を組み合わせて狭幅の大電流パルスを発生するパルス電源に係り、特に負荷にパルス電流を供給したときのキックバックエネルギーの処理回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 図5にパルス電源の構成例を示す。パルス発生回路1は、電力用の初段コンデンサC₁を充電器2により初期充電しておき、半導体スイッチSWのオン制御でコンデンサC₁から昇圧・磁気パルス圧縮回路3の入力段パルストランスPTにパルス電流を供給する。

【0003】 昇圧・磁気パルス圧縮回路3は、パルストランスPTで昇圧したパルス電流I₁でコンデンサC₂を高圧充電し、このコンデンサC₂の充電電圧で可飽和リアクトルS₁が磁気スイッチ動作することによりコンデンサC₂からコンデンサC₃への狭幅のパルス電流I₂を発生させてコンデンサC₃を高圧充電し、さらにコンデンサC₃の充電電圧で可飽和リアクトルS₁が磁気スイッチ動作することによりコンデンサC₃からエキシマレーザなどの負荷4に狭幅・高電圧のパルス電流を供給する。

【0004】 このような構成のパルス電源において、負荷4は与えられたパルス電力を全て消費することなく、一部のエネルギーがパルス電源に戻ってくる。この戻ってくるエネルギー（キックバックエネルギーと呼ぶ）

は、そのまま放置すると回路内のコンデンサに残留電荷を生じてパルス電流精度を低下させたり、可飽和リアクトルの磁気特性を悪くする。

【0005】 そこで、キックバックエネルギーを初段のコンデンサC₁に回生しておき、次の充電サイクルに充電エネルギーの一部として利用する回生形が実用化されている。この回生形パルス電源は、キックバック電流の方向が初段コンデンサから最初のパルスを発生するに必要な充電方向とは逆向きになるため、キックバック電圧を反転させる回路が付加される。

【0006】 図6は、回生機能を持たせた従来の初段パルス発生回路を示す。同図の(a)～(c)における半導体スイッチSWにはIGBTを用い、可飽和リアクトルS₁はコンデンサC₁の放電に際してのスイッチのターンオン損失を低減するための磁気アシスト用に設けられる。また、ダイオードD₁は、半導体スイッチSWの逆電圧保護用である。

【0007】 同図の(a)では、半導体スイッチSWのオンによりコンデンサC₁の放電をした後、パルストランスPTからのキックバック電流で半導体スイッチSWを経てコンデンサC₁を逆極性に充電する。この充電により、コンデンサC₁からダイオードD₁を通してリアクトルL₁に振動電流を発生させ、コンデンサC₁を初期充電時の極性に反転充電することでキックバックエネルギーの回生を得る。

【0008】 同図の(b)では、(a)の回路にダイオードD₂を追加し、逆極性に充電されたコンデンサC₁の電圧がパルストランスPT側に漏れるのを防止する。

【0009】 同図の(c)では、キックバック電流で逆極性に充電されたコンデンサC₁からダイオードD₂と可飽和リアクトルL₁を経て振動電流を発生させる。

【0010】 なお、磁気パルス圧縮回路3は、入力段パルストランスに代えて可飽和トランスとするなど、磁気パルス圧縮のための種々の回路が提案されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】 従来のパルス電源において、昇圧・磁気パルス圧縮回路3からのキックバックエネルギーは、負荷の状態により変化するため、キックバック電圧が初段のコンデンサC₁に戻ってくる時間の変化を招き、半導体スイッチSWのタイミング制御が複雑になるし、制御回路も複雑になる。

【0012】 コンデンサC₁の電圧と半導体スイッチSWを流れる電流の関係を図7に示す。同図において、半導体スイッチSWを時刻t₁でオン制御したとき、コンデンサC₁の放電は可飽和リアクトルS₁の磁性体の電圧時間積とコンデンサC₁の電圧の大きさで決まるT₁の時間遅れで開始される。このコンデンサC₁の放電からキックバック電流によるコンデンサC₁の逆極性への充電までの時間T₂及びコンデンサC₁の正極性への反転充電までの時間T₃は、キックバック量の大きさによって

変化する。

【0013】このような時間 $T_1 \sim T_2$ の変化に対して、半導体スイッチSWは、キックバックエネルギーの確実な回生には、キックバック電圧が反転している期間 T_1 にタイミングを見計らってターンオフ制御することが必要となる。

【0014】このターンオフ制御方式として、図6の(a)の回路では、コンデンサC₀の電流極性や電流方向を検出するフィードバック制御方式があるが、余分な電圧・電流センサが必要となるし、誤動作により半導体

スイッチを破損させる恐れがある。
【0015】この点、同図の(b)の回路では、ダイオードD₁の介在により半導体スイッチの保護ができるが、依然としてセンサが必要となる。

【0016】また、同図の(c)の回路では、センサを必要とすることに加えて、キックバック電流に引き続いてキックバック反転電流がバルストランスPTを流れるため、バルストランスPTが飽和する間がなく、PTの二次側にエネルギーの流出が発生し、エネルギー回生効率を悪くする。

【0017】本発明の目的は、パルス発生回路の構成を比較的簡単にし、半導体スイッチの制御も比較的簡単にしながらキックバックエネルギーを確実に処理できるパルス電源を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するため、負荷側からのキックバックエネルギーを回生することなく抵抗で熱損失として消費させ、さらにはリアクトルでコンデンサとの間に振動電流を発生させて抵抗で熱損失として消費させるようにしたもので、以下

の構成を特徴とする。
【0019】初段コンデンサを初期充電し、このコンデンサの放電によるパルス電流を磁気パルス圧縮して負荷に供給するパルス電源において、充電器から前記コンデンサに初期充電電流を供給するときにオン制御される第1の半導体スイッチと、前記コンデンサから負荷側への放電電流を供給するときにオン制御される第2の半導体スイッチと、前記コンデンサに並列接続される抵抗とダイオードの直列回路とを備え、前記ダイオードは前記第1の半導体スイッチを通した前記コンデンサの初期充電電流が前記抵抗に流れるのを阻止する方向にされ、前記抵抗は負荷側から前記第2の半導体スイッチを通して前記コンデンサ側に戻るキックバックエネルギーを熱損失として消費する構成にしたことを特徴とする。

【0020】また、前記ダイオードと抵抗の直列回路にリアクトルを設け、このリアクトルは前記負荷側からのキックバック電流で前記コンデンサが逆極性に充電されたときに該コンデンサとの間に半周期の振動電流を発生することでキックバックエネルギーを前記抵抗で熱損失として消費させる構成にしたことを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】(第1の実施形態)図1は、本発明の実施形態を示すパルス発生回路図であり、以下に説明する他の実施形態も含めて図6の各回路要素と同等のものは同一符号で示す。

【0022】図1の構成が図6の(b)と異なる部分は、リアクトルL₁を除き、ダイオードD₁に直列に抵抗Rを設け、充電器2からコンデンサC₀への初期充電電流路に半導体スイッチSW₁を設けた点にある。なお、半導体スイッチSW₁に逆極性方向で並列接続したダイオードD₁は、スイッチSW₁の逆電圧に対する保護用である。

【0023】本実施形態において、半導体スイッチSW₁は、充電器2からコンデンサC₀への充電時のみオン制御され、コンデンサC₀の放電中及び放電後に充電器2からコンデンサC₀側への放電を阻止する。

【0024】コンデンサC₀は、スイッチSW₁のオン制御で初期充電された後、その放電には、スイッチSW₁のオン制御で可飽和リアクトルS₁とバルストランスPTの一次巻線とダイオードD₁を通した電流路で行う。

【0025】バルストランスPT側からのキックバック電流は、オン制御状態に保持されたままのスイッチSW₁とダイオードD₁を通した電流路で流れ、コンデンサC₀を逆極性に充電しようとする。このとき、コンデンサC₀には並列にダイオードD₁と抵抗Rの直列回路が介在し、キックバック電流はコンデンサC₀を逆極性に充電することなく、ダイオードD₁を通して抵抗Rで熱損失として消費される。

【0026】この時の各部波形を図2に示す。半導体スイッチSW₁のオン制御により、コンデンサC₀が電圧V_{c0}に充電された後、時刻t₁で半導体スイッチSW₁がオン制御され、可飽和リアクトルS₁による磁気アシストで時間T₁だけ遅れてコンデンサC₀からバルストランスPT側への放電がなされる。

【0027】この放電で負荷4側からのキックバック電流がバルストランスPTを通してスイッチSW₁に現れたとき(時刻t₂)、コンデンサC₀と抵抗Rの定数を浮遊インダクタンスも含めて臨界的あるいはそれに近い定数に設定しておく、キックバック電流の殆どがダイオードD₁と抵抗Rを通した電流i₁として流れてエネルギーが瞬時に熱損失として消費される。一方、コンデンサC₀にはダイオードD₁の順方向電圧成分で僅かの電流i_{c0}が発生するのみとなる。

【0028】なお、コンデンサC₀には少しの残留電圧が発生するが、浮遊インダクタンス等の介在で抵抗Rで消費させることができる。

【0029】キックバック電流が抵抗Rで消費された(時刻t₂)後、適当な時間を待って半導体スイッチSW₁がターンオフ制御され、次のパルス発生に備える。

【0030】したがって、本実施形態によれば、キック

10

20

30

40

50

バックエネルギーはコンデンサC。を逆極性に充電することなく、抵抗Rで瞬時に消費される。しかも、負荷の状態によるキックバックエネルギーの変化にも何ら影響を受けない。さらに、抵抗によるキックバックエネルギーの完全消費によりキックバック電流でコンデンサC。が充電されることがなくなり、半導体スイッチSWをオン状態にしたままでも負荷側に漏れることがない。

【0031】このことから、半導体スイッチSWのターンオフ制御は、適当な時刻に行うことができ、その制御が簡単になると共に、誤ったタイミングで半導体スイッチSWをターンオフさせてその破損を起こすこともなくなる。さらに、キックバック電流がバルストランスPT側に流出することがなくなり、次のパルス発生に不安定な動作を招くこともない。また、従来回路で必要とした電圧や電流センサが不要になる。

【0032】また、スイッチSW。によるコンデンサC。の充電には、従来のリアクトルL。が介在しないため、充電回路を簡単にしながら充電精度に高いものを得ることができる。

【0033】(第2の実施形態)図3は、本発明の他の実施形態を示す。同図が図1と異なる部分は、ダイオードD。と抵抗Rの直列回路にリアクトルLを挿入した点にある。

【0034】このリアクトルLは、キックバック電流をコンデンサC。に一旦蓄え、このコンデンサC。との間に半周期の振動電流を発生することでキックバックエネルギーを抵抗Rで熱損失として消費させるためのものである。なお、リアクトルLの定数は、キックバック電流が抵抗Rを流れるときにコンデンサC。が再充電されないよう臨界的あるいはそれに近い値にされる。

【0035】図4は、各部の波形を示し、時刻 t_1 でキックバック電流が流れ始めたとき、リアクトルLの介在により、キックバック電流をコンデンサC。に流してその充電エネルギーとして蓄え、キックバック電流の終了時(時刻 t_2)にコンデンサC。とリアクトルLの間に半周期の振動電流を発生させ、この振動電流でキックバックエネルギーを抵抗Rで消費させる。

【0036】この振動電流周期を終えた時刻 t_3 後の適当な時刻に半導体スイッチSWをターンオフ制御する。

【0037】したがって、本実施形態によれば、第1の実施形態の作用効果に加えて、キックバックエネルギーが抵抗Rで瞬時に消費されるのを抑止し、これによりダイオードD。に流れる最大電流を抑え、その電流責務を軽減できる。また、抵抗Rではキックバックエネルギーの消費を図1の場合に比べて比較的長い時間で行うため、その定格電力が小さいものを使用できる。

【0038】以上までの各実施形態において、スイッチSW及びSW。としてIGBTの場合を示すが、これは電力用FETやGTO、サイラトロンなどで置換して同等の作用効果を奏する。また、逆方向の導通阻止能力を持つスイッチとする場合、図1及び図3におけるダイオードD₁やD₂を省略できる。

【0039】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば、負荷側からのキックバックエネルギーを回生することなく抵抗で熱損失として消費させ、さらにはリアクトルでコンデンサとの間に振動電流を発生させて抵抗で熱損失として消費させるようにしたため、以下の効果がある。

【0040】(1)キックバックエネルギーの回生をしないため、回路構成やその制御が簡単になると共に、キックバックエネルギーを確実に処理できる。

【0041】(2)キックバックエネルギーが抵抗で完全消費されるため、コンデンサの残留電圧が負荷側に漏れることがなくなる。

【0042】(3)回生用のリアクトルL。が充電電流路に介在しないこと、及びコンデンサに残留電圧が発生しないことから、充電制御を簡単にしながら充電精度を高めることができる。

【0043】(4)コンデンサとの間の振動電流を発生させるリアクトルを設ける場合には抵抗やそれに直列のダイオードの責務を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示すパルス発生回路図。

【図2】実施形態における動作波形。

【図3】本発明の他の実施形態を示すパルス発生回路

30 図。

【図4】他の実施形態における動作波形。

【図5】パルス電源の回路例。

【図6】従来のパルス発生回路図。

【図7】従来回路のパルス発生・回生動作波形。

【符号の説明】

1…パルス発生回路

2…充電器

3…昇圧・磁気パルス圧縮回路

4…負荷

40 SW、SW。…半導体スイッチ

SI₁、…SI₂…可飽和リアクトル

L、L₀、L₁…リアクトル

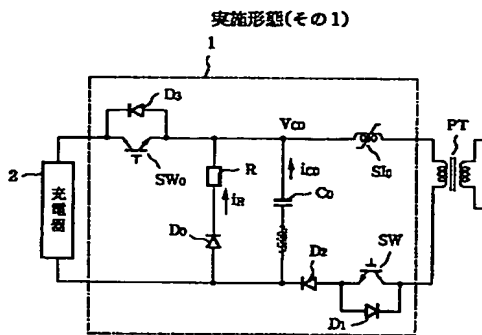
C₀…コンデンサ

D₁、…D₂…ダイオード

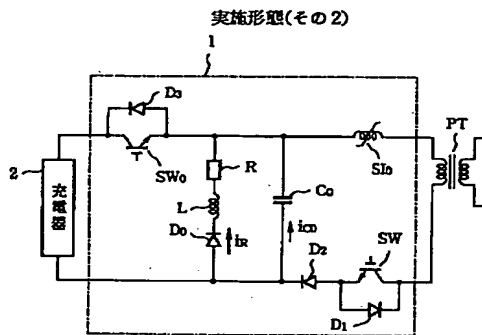
PT…バルストランス

R…抵抗

【図1】

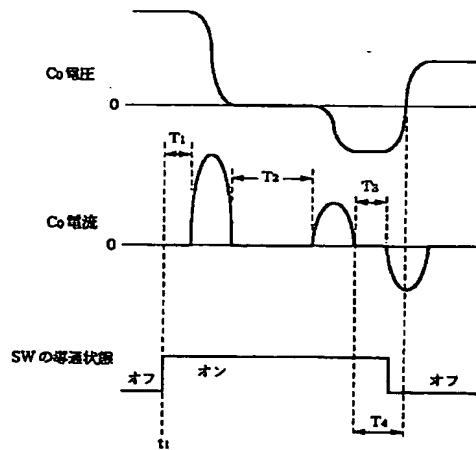


【図3】



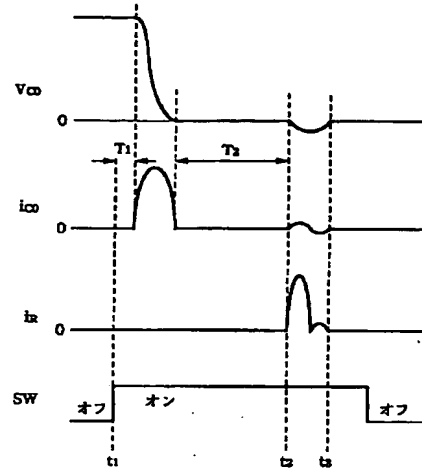
【図7】

パルス発生・回生動作波形



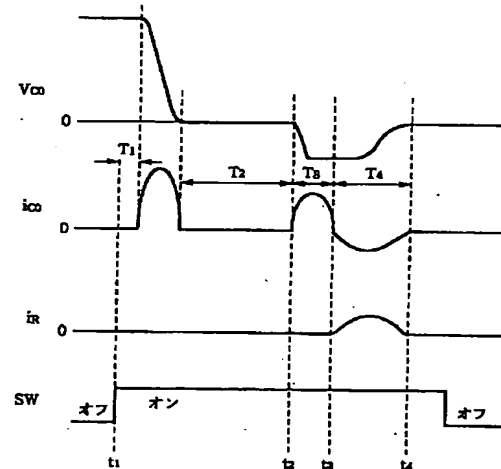
【図2】

動作波形(その1)

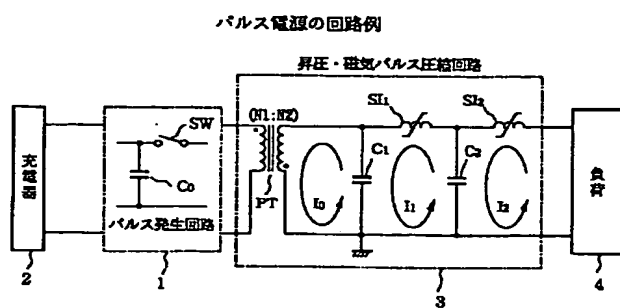


【図4】

動作波形(その2)



【図5】



【図6】

